

JOURNÉE
TECHNIQUE



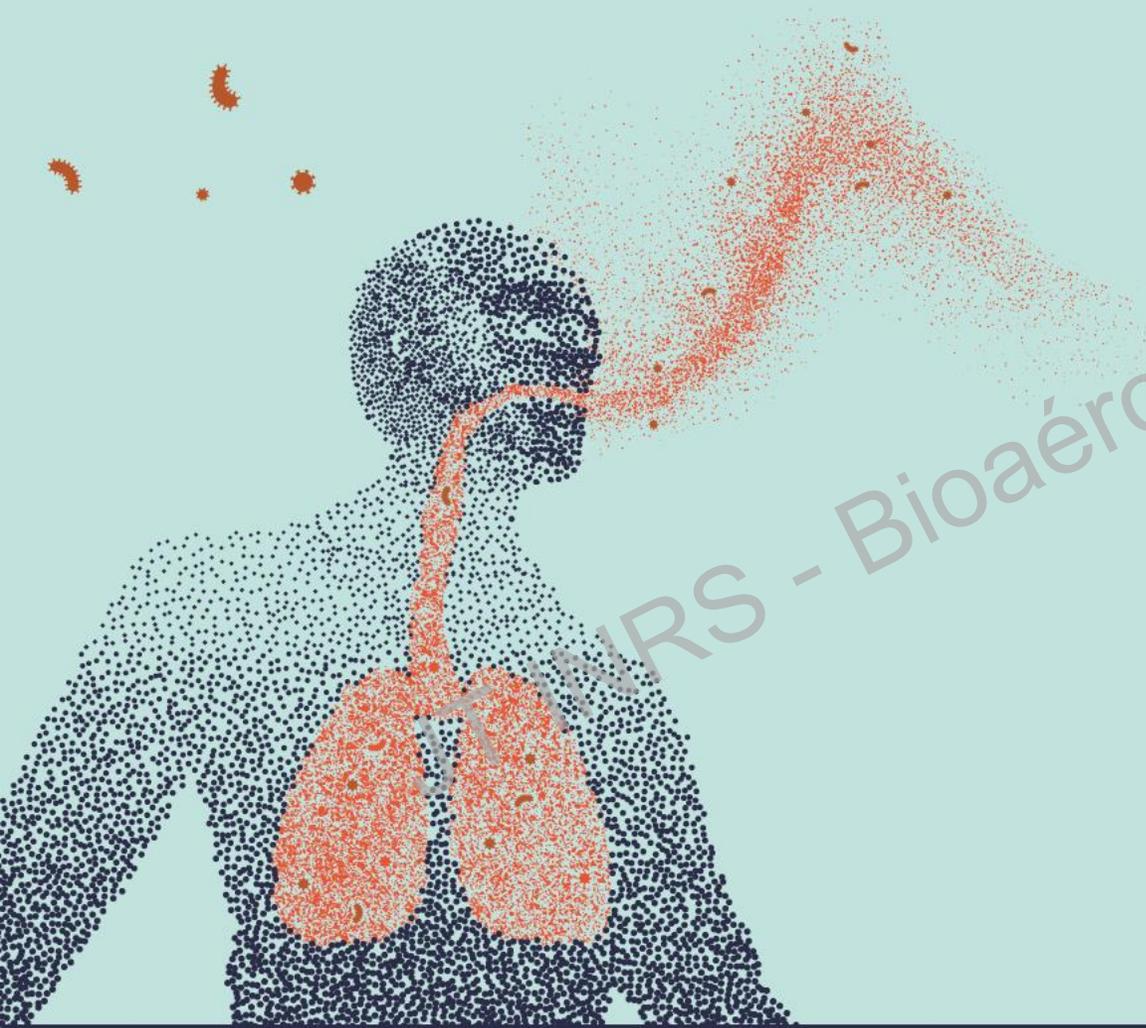
Introduction aux bioaérosols

Pauline Loison

**BIOAÉROSOLS
AU TRAVAIL**

Mieux les comprendre pour les prévenir

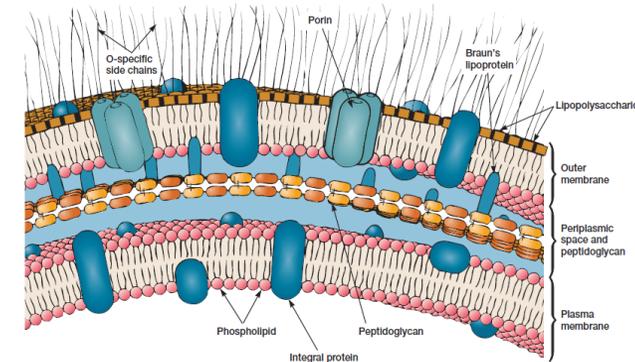
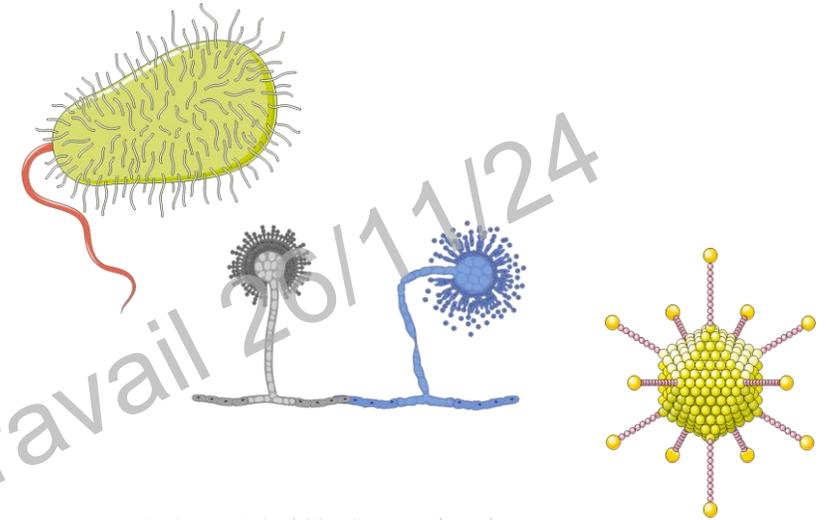
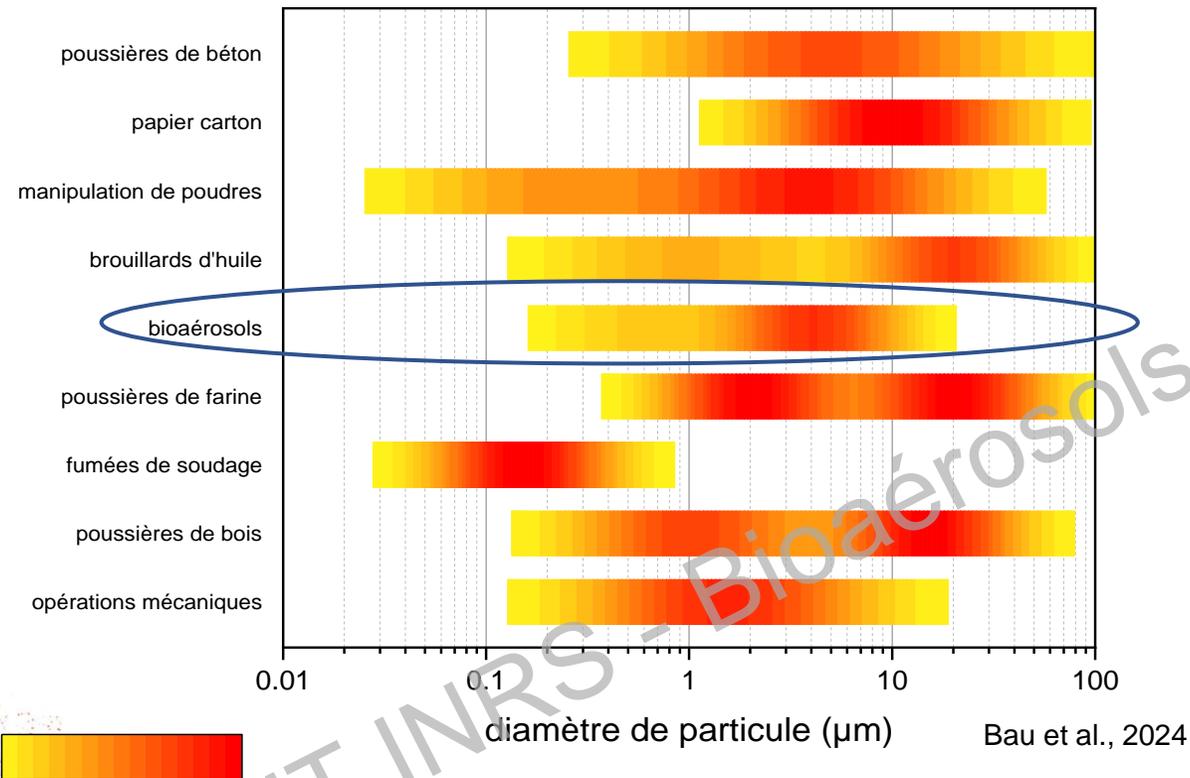
26 NOVEMBRE 2024



INRS - Bioaérosols au travail 26/11/24

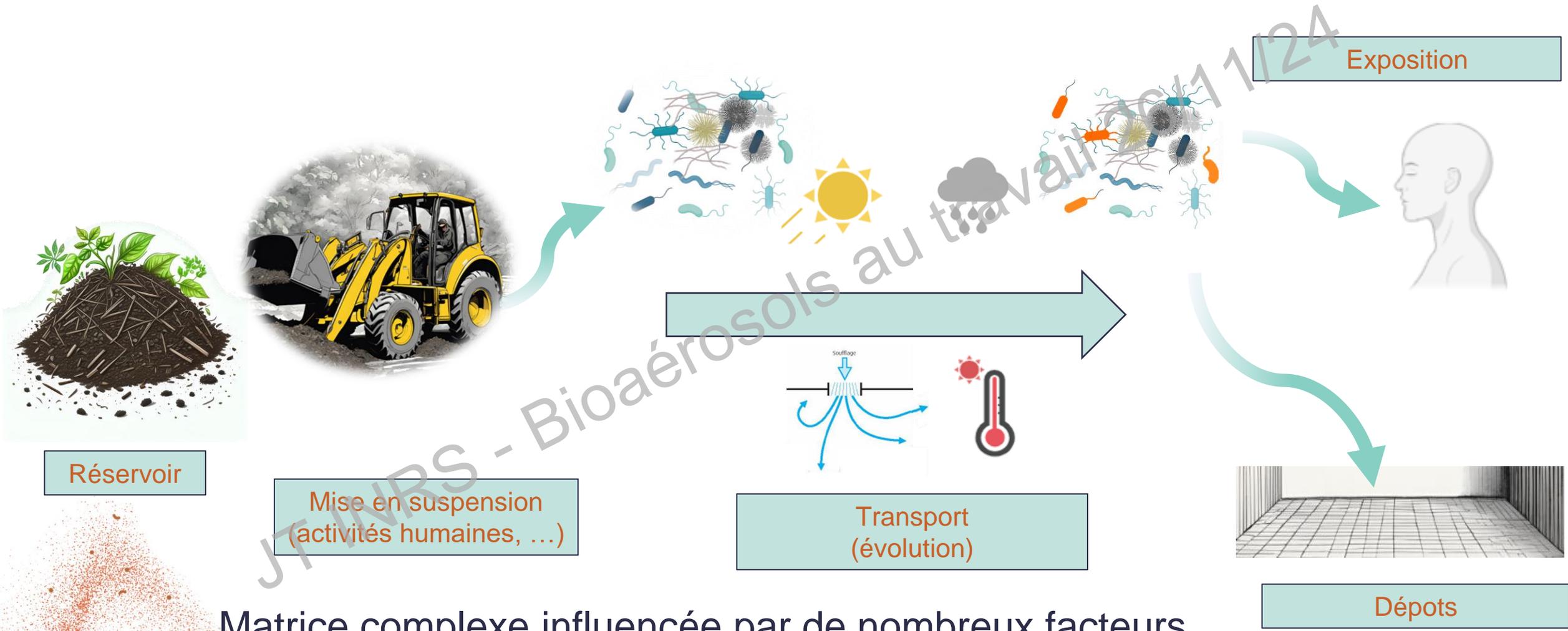
Bioaérosol: définition

Diversité des aérosols pouvant être rencontrés en atmosphères professionnelles



Particules en suspension dans l'air (**aérosol**) constituées en tout ou partie d'entités d'origine biologique : bactéries, moisissures, virus, composés microbiens (endotoxines, β -d-glucanes, mycotoxines, fragments)

Bioaérosol: du réservoir à l'exposition



Matrice complexe influencée par de nombreux facteurs

Divers réservoirs

- Aérosolisation à partir de source « liquides » :

Milieus « industriels » :

- Aération ou agitation de liquide : station d'épuration (turbine, bullage ...)
- Nettoyage au jet haute pression (eau ou surfaces contaminées) : industrie alimentaire, assainissement
- Recyclage de l'eau (à usage industrielle) : industries du papier, fabrication de fibres de verre
- Usinage des métaux (fluides de coupe) : découpe du métal, meulage



Présence humaine :

- Toux, éternuement,



.... Divers bioaérosols



- Aérosolisation à partir de source « solides » :
 - Manipulation manuelle de matériel contaminé : élevage (paillage, litière de volaille, ...), industrie alimentaire (frottage, retournement, ...), archives
 - Manipulation ou transformation de produits agricoles : céréales, foin, semence, ...
 - Opérations mécaniques : tri et recyclage des déchets, compostage, traitement du bois (scieries), ...

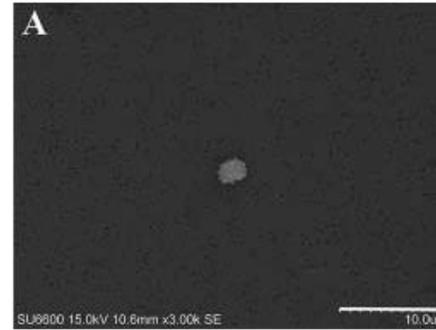
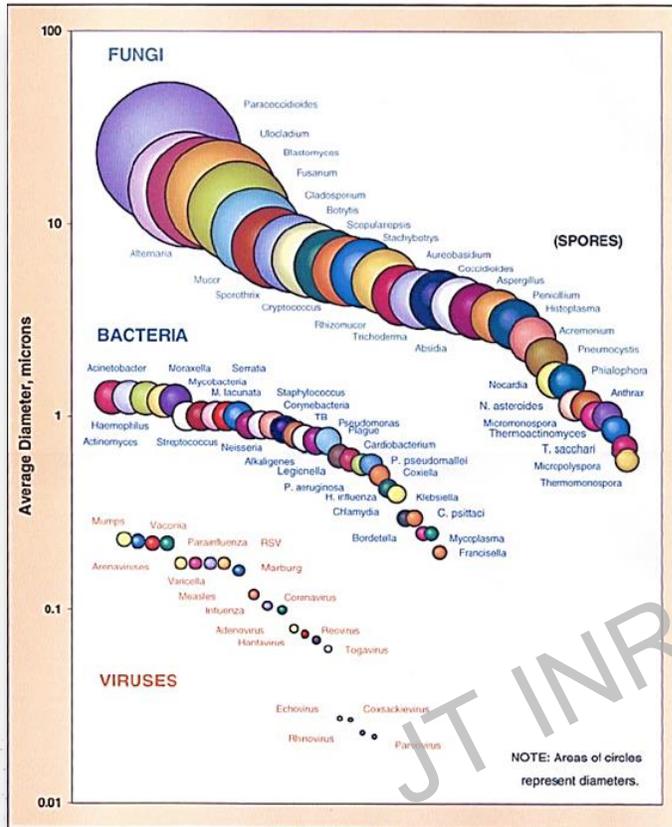


Variabilité en taille, composition, concentration

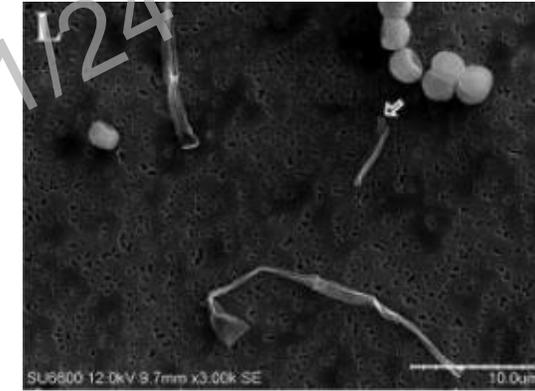
Diversité de tailles

- Cellules individuelles ou agrégats

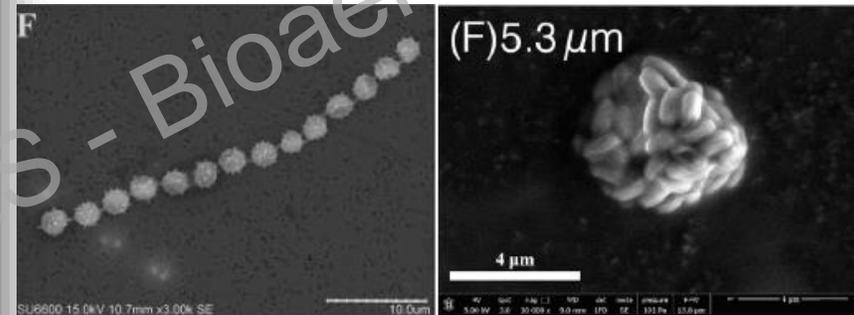
- Fragments et composés microbiens



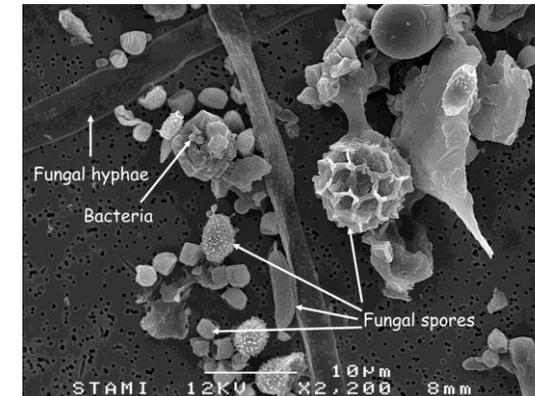
Particules biologiques individuelles



Fragments et agrégats de particules biologiques



Agrégats de particules biologiques



Echantillon prélevé dans une ferme (manipulation de grains)

- Associé à du matériel non biologique

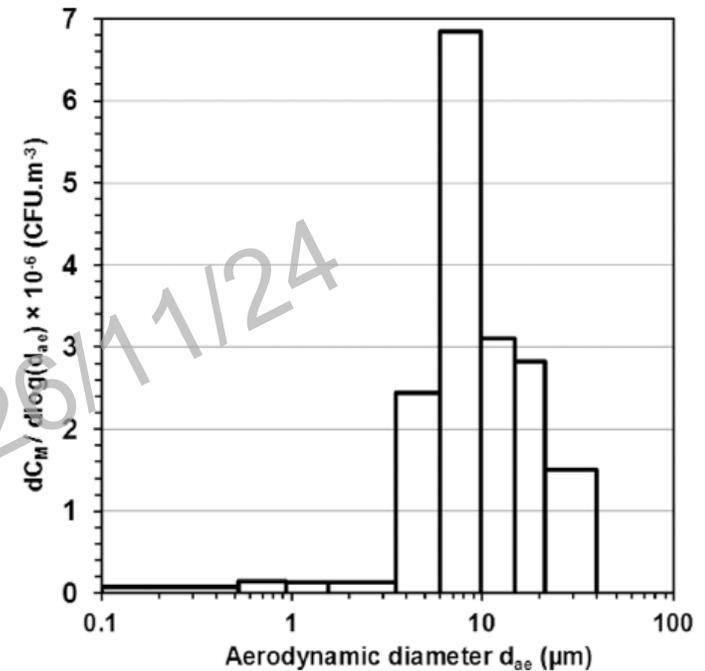
Kowalski et al., 1998 ; Afanou et al., 2015 ; Jeong et al., 2023
Eduard et al., 2012

Diversité de tailles

Exemples de distributions granulométriques :

Moisissures cultivables près d'un poste de broyage de fromages :
 D_{ae} compris entre 3 et 20 μm

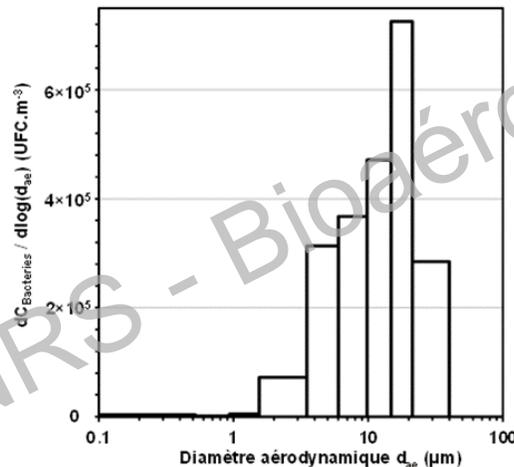
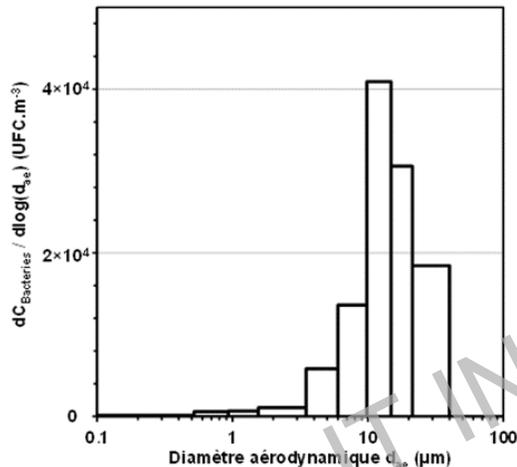
- Spores, agglomérats de spores, mycélium, ...



Simon X. et Duquenne P., 2014

Centre de tri des déchets (broyeur)

Elevage de cochons

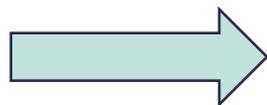


Bactéries cultivables :

D_{ae} compris entre 6 et 40 μm : entités bactériennes complexes

- agglomérats avec d'autres bactéries, microorganismes ou particules solides

Simon X. et Duquenne P., 2017



Effet sur le transport
Influencée par les paramètres environnementaux

Devenir des bioaérosols

Modification des propriétés biologiques :

Paramètres environnementaux : température, humidité relative, rayonnements, présence d'autres polluants

Paramètres microbiologiques : état physiologique, résistance intrinsèque (spores)

Association à d'autres particules

Viabilité et Intégrité
des particules
d'origine biologique

(e.g. action délétère des UV ou de la déshydratation sur les formes bactériennes végétatives)



JT INRS - Bioaérosols au travail 26/11/24

Devenir des bioaérosols

Taille et caractéristiques de l'aérosol

- peuvent être modifiées par les paramètres environnementaux

Gradients de température

Mouvements d'air locaux (ventilation dans le local, turbulence, etc .)

« Dilution » dans la zone d'émission

Diamètre aerodynamique	vitesse de sédimentation
100 µm	Quelques secondes
10 µm	Quelques minutes
1-3 µm	Quelques heures
0,5 µm	Quelques jours

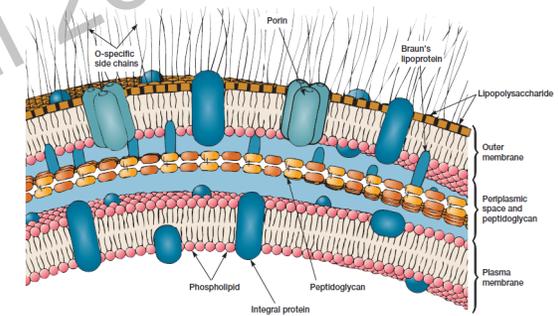
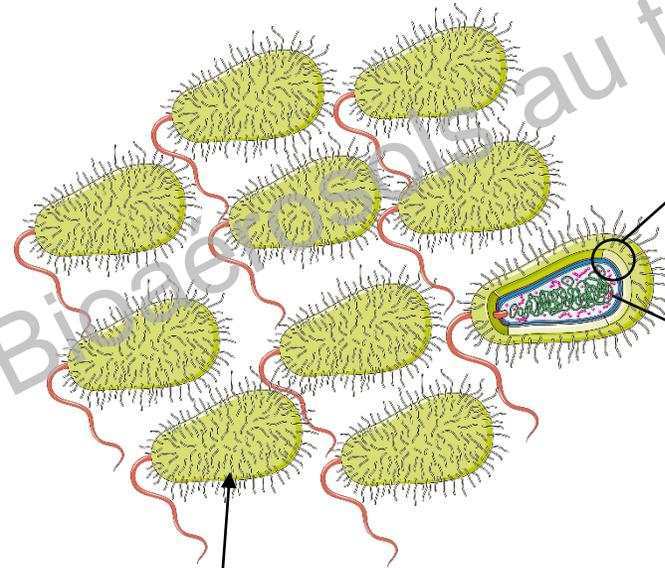
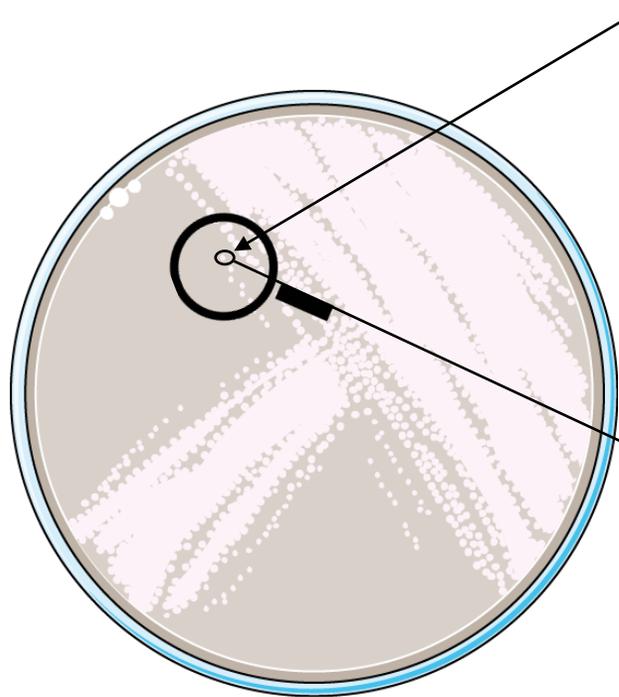
Persistance dans l'air des particules biologiques

Bioaerosols : les mesurables

1 unité formant colonie = **UFC**

1 colonie = fondée par 1 cellule microbienne mais en contient des milliers

Paroi ou membrane cellulaire (composés, toxines) = **en masse** (μg , ng) ou **UE** (pour les endotoxines)



Matériel génétique (ADN, ARN, ...) = **Copie de gène**

Une cellule = **en nombre**

Variabilite en concentration

Fonction du secteur d'activité :

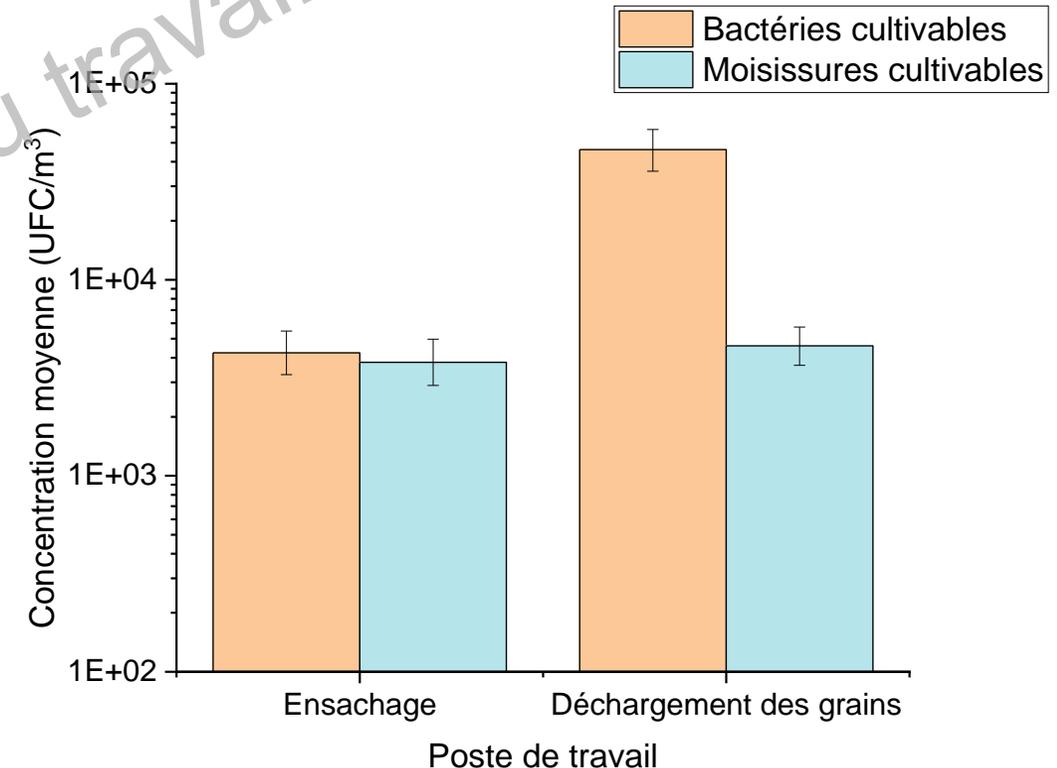
Exemple de concentrations moyennes mesurées:

(D'après HST N° 271 Données issues de la base COLCHIC et HST N° 239)

Secteurs d'activité	Concentration moyenne (Min-Max)		
	Bactéries (UFC*/m ³)	Moisissures (UFC*/m ³)	Endotoxines (UE**/m ³)
Industrie automobile	4.10 ² 1.10 ² -2.10 ³	1.10 ² 80-2.10 ²	
Collecte et traitement des eaux usées	2.10 ⁶ 30-7.10 ⁷	1.10 ⁴ 40-3.10 ⁵	1862 1-6824
Meunerie	2.10 ⁴ 2.10 ² -3.10 ⁵	7.10 ³ 1.10 ² -2.10 ⁵	
Collecte des déchets non dangereux	4.10 ⁵ 20-4.10 ⁷	4.10 ⁵ 5-2.10 ⁷	126 0,6-1407

de la situation de travail :

Exemple dans une minoterie :



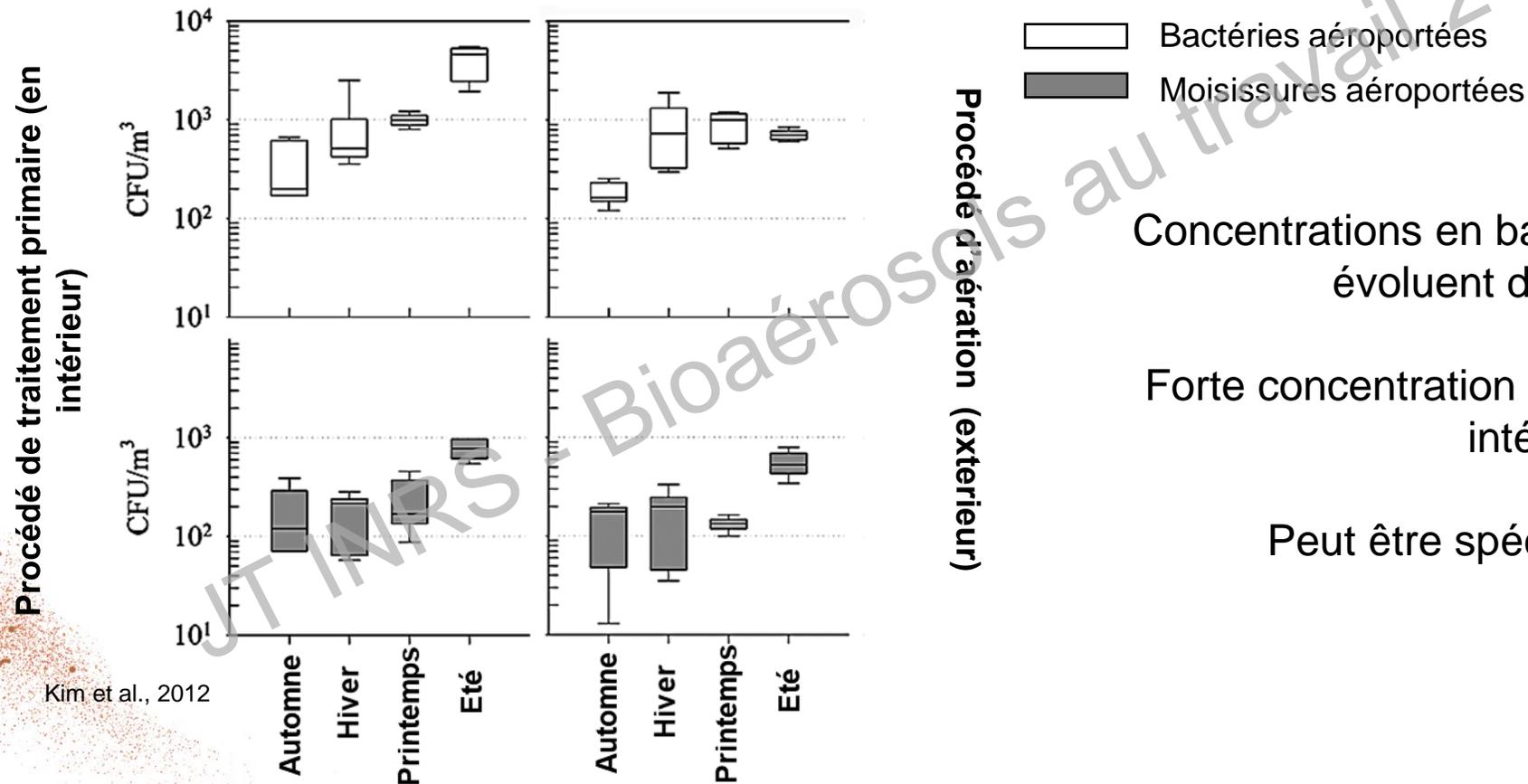
*UFC = Unité formant colonie

**UE = Unité endotoxines

Variabilite en concentration

Fonction de la saison, du poste de travail

Exemple d'une station d'épuration d'une porcherie



Kim et al., 2012

Concentrations en bactéries et moisissures évoluent différemment

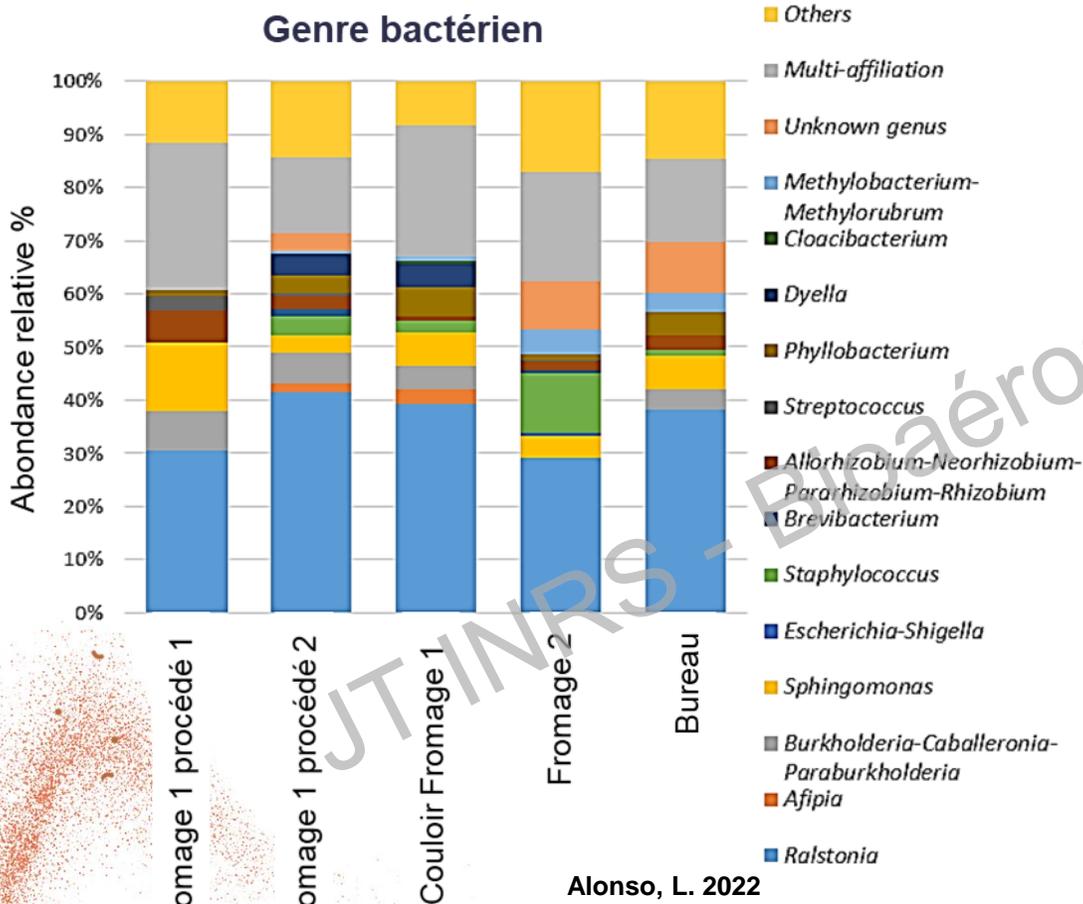
Forte concentration bactérienne en été en intérieur

Peut être spécifique à un site

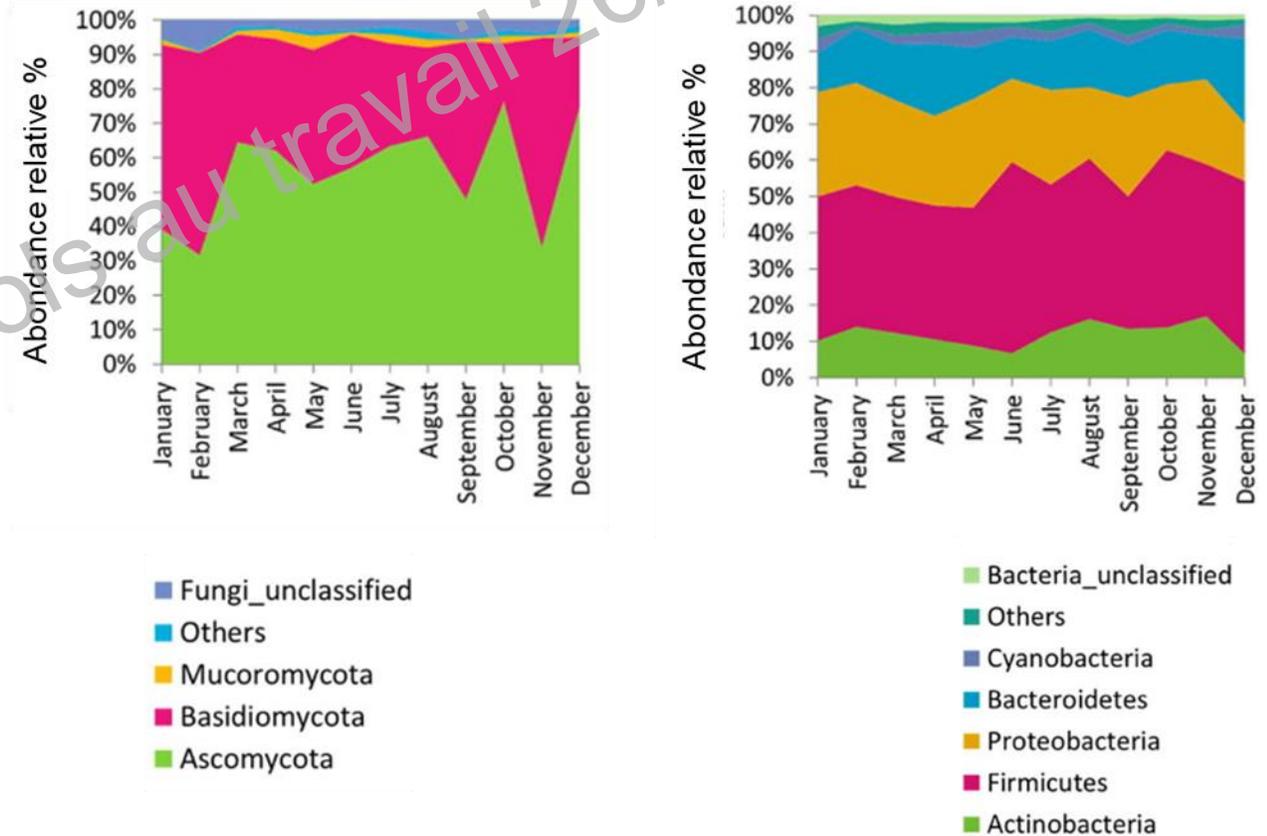
Variabilité en communauté microbienne

Fonction de la saison, des tâches, du secteur d'activité...

Fromagerie



Tri des déchets (cabine de tri)



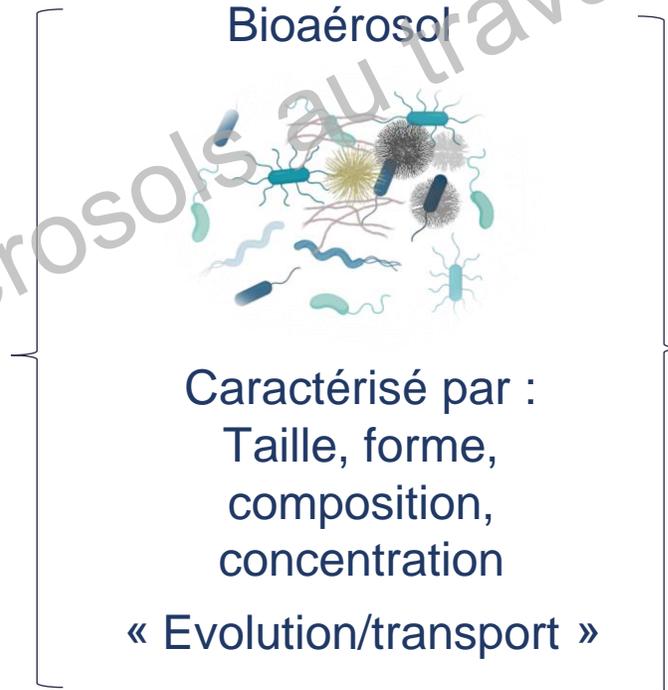
Exposition et effets sur la santé

- Inhalation : intervalle de temps pendant lequel les particules restent en suspension dans l'air doit être suffisamment long (persistance)
- Effets sur la santé vont dépendre :
 - Taille des particules va jouer sur le dépôt dans les voies respiratoires
 - « Etat biologique » des particules (viabilité/intégrité) :
 - Caractère infectieux : microorganisme doit être vivant
 - Allergies, effets toxiques : présence microorganismes, vivants, morts, sous forme de fragments
 - Composés produits ou libérés : mycotoxines
 - Concentration et composition, ...

Conclusion

- Une variété de réservoirs/secteurs d'activité sont concernés
- Une matrice complexe en taille, forme, composition

Réservoir
Mécanisme de mise
en suspension
Paramètres
environnementaux
Propriétés
intrinsèques
(biologiques)

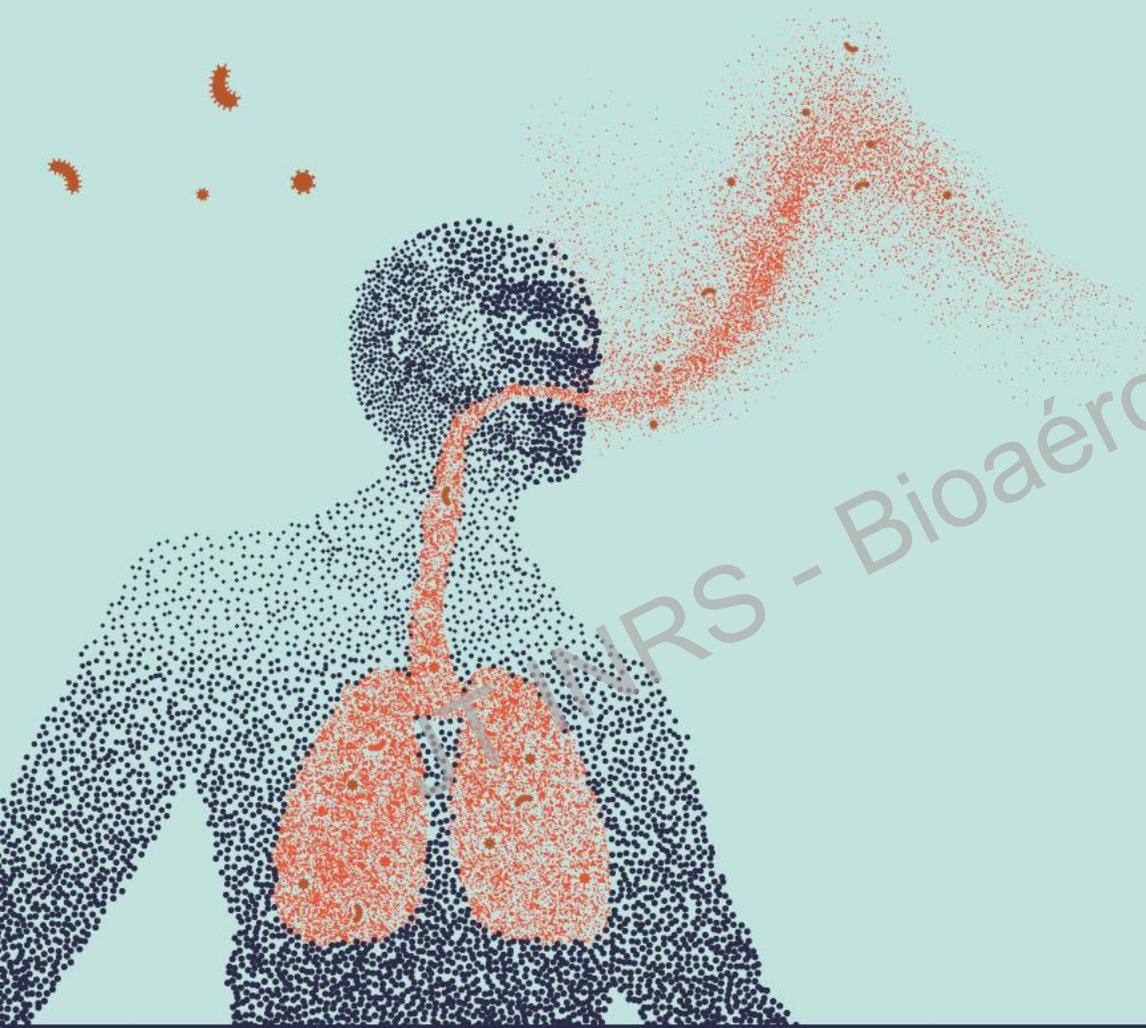


Exposition :
Différents effets
potentiels sur la
santé

JOURNÉE
TECHNIQUE



Merci pour votre
attention



INRS - Bioaérosols au travail 26/11/24

**BIOAÉROSOLS
AU TRAVAIL**

Mieux les comprendre pour les prévenir

26 NOVEMBRE 2024